

## Tillväxt-reflex – Varför solceller och elbilar inte kommer att rädda oss

**Många är de som har noterat den snabba utbyggnaden av förnybar energi och andra exponentiellt växande ”gröna” teknologier. Drar man ut kurvorna ser det utan tvekan hoppfullt ut. Men, alltför ofta verkar förståelsen av vad som driver på respektive bromsar utvecklingen saknas. Den insikten raderar visserligen hoppet om några av de enkla utvägarna, men borde vara ett stabilt stöd för att komma vidare.**

Covid-19 är långtifrån över och häromveckan kunde man läsa att de i Storbritannien befarade att smittan skulle fördubblas var sjunde dag. Den skrämmande konsekvensen om man skulle drista sig att dra ut trenden vore fyra gånger så många sjuka inom två veckor, en 20-dubbling efter en månad och innan året är till ända skulle samtliga briter ha drabbats.

Inte bara pandemier, utan också andra fenomen kan ha någorlunda jämna intervall mellan varje fördubbling, det vill säga ha exponentiella mönster. Ränta på ränta är ett klassiskt exempel, medan en djurpopulation som har tillräckligt med föda och som saknar naturliga fiender är ett annat. Men inte bara när det gäller att beskriva corona och fiktiva sparkonton – exponentiella former dyker upp också i mänsklighetens ödesfrågor.

Den globala uppvärmningen är ett akut hot, och för att hålla utsläppen inom en kolbudget som ger oss hyfsade chanser att nå målen från Paris 2015 har ”the Carbon Law” formulerats. En tumregel som säger att utsläppen ska halveras varje årtionde, alltså en exponentiellt avtagande utveckling. För att ta sig an en sådan gigantisk uppgift ligger det onekligen nära till hands att ta fasta på goda företeelser där man så här långt kunnat ana exponentiella former. Solceller och elbilar är därför, föga överraskande, två områden som finns med i ”[the Exponential Roadmap](#)”, en ansats att med kraften hos exponentialfunktionen staka ut vägen mot ett stabilt klimat.

För att få en uppfattning om oddsen att detta kan infrias tar jag till två olika infallsvinklar, där den första är ett kvalitativt resonemang och den andra är en kvantitativ analys av solenergi och antalet batteridrivna bilar.

---

På den tiden då man fick ränta på sitt sparkonto kunde saldot öka exponentiellt under ett avgörande villkor, nämligen att man inte gjorde några uttag och räntan varje år lades till kapitalet. Detta är i grunden samma fenomen som då de nysmittade rör sig ute i samhället och antalet personer som kan föra viruset vidare hela tiden ökar.

Denna *positiva* (förstärkande) återkoppling är själva motorn utan vilken exponentiell tillväxt inte kan existera, den som gör att samma procentuella ökning kommer att resultera i ett större antal sjuka individer för varje vecka som går och ett allt större belopp i ränta för varje år som går.

Motsatsen till den positiva, är den *negativa* (balanserade, bromsande) återkopplingen. Under ett lämmelår översvämmas fjällvärlden av de små gnagarna och de blir mångdubbelt fler än vad som är

nyttigt för dem själva. Att födan inte räcker till och att fjällugglorna istället lever gott är i detta fall en negativ återkoppling, något som återställer jämvikten i naturen.

---

Mitt inledande räkneexempel som slutade med att samtliga briter skulle vara smittade före nyår kommer med absolut säkerhet inte att bli verklighet. Om inte nedstängning och stränga restriktioner skulle bita kommer vid det laget flockimmunitet att vara ett faktum. Ju fler smittade, desto fler immuna är ett klockrent fall av negativ återkoppling.

Solenergin är på många sätt en framgångssaga. Sedan millennieskiftet har energin levererad från solceller ökat med mer än 50 000 procent, priserna har rasat och många av oss har läst rubriker som säger att det idag är billigare att bygga en solcellspark än ett kolkraftverk.

När intresset för solpaneler, både på hustak och i kommersiella anläggningar, ökade var det god business att tillverka solceller och inte minst Kina växlade upp till en storskalig och rationell produktion. I en expanderande grön bransch var det lätt att försvara satsningar på forskning och teknisk utveckling och med de fallande priserna skruvades intresset för att montera solpaneler upp ytterligare några snäpp. En tydlig god spiral som på kort tid hunnit snurra åtskilliga varv, eller med andra ord – en exponentiell ökning driven av positiva återkopplingar.

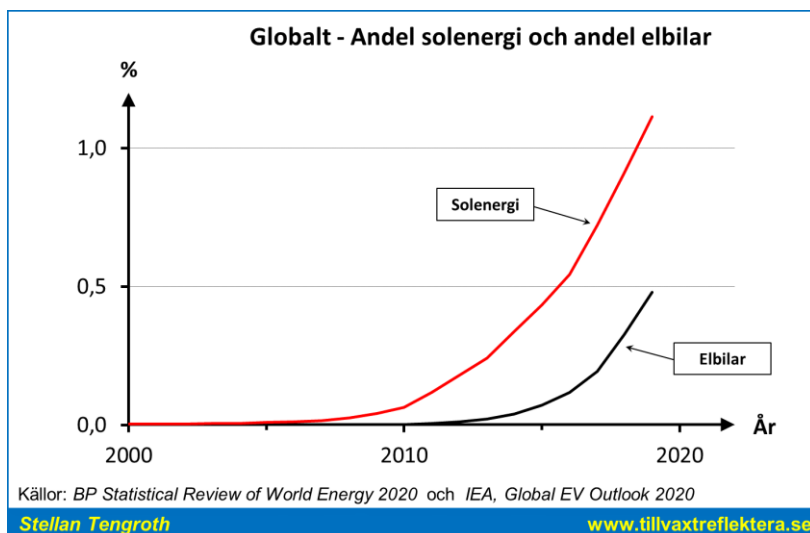
Även för elbilar är det lätt att se hur intresset från köpare och investerare har triggat utvecklingen mot fler bilmodeller, längre räckvidd och en batterifabrik i Norrland. Och vice versa, framsteg inom forskning och storskalig produktion har pressat priserna och lockat fler som varit villiga att satsa pengar i nya bilar och större fabriker – ett skolboksexempel på positiv återkoppling också här.

---

Man kan så gott som dagligen höra hur hotet från ett varmare klimat ska tacklas antingen med ny lovande teknik eller med ambitiösa politiska beslut. Ena dagen är det Kina som anses vara progressivt och den andra är det fokus på EU:s klimatmål eller Boris Johnsons löften om ny vindkraft.

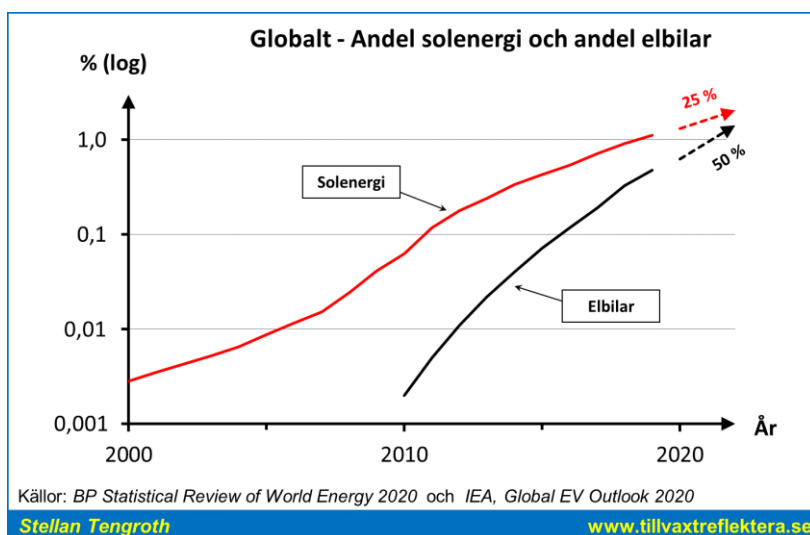
I detta brus väljer jag att stänga ute det mesta och istället luta mig mot statistik och historiska siffror, något som har fördelen att vara rensat från löften som aldrig blev verklighet och teknik som lovade mer än den kunde hålla. Även om den med nödvändighet lider av en eftersläpning är den förmodligen en av de bästa nycklarna för att förstå framtiden.

I de följande figurerna uttrycker jag solenergin i procent av den totala primära energin. Något som självfallet ger betydligt lägre siffror än då man (som så ofta) relaterar den till enbart produktionen av elektricitet, men ett synsätt som är mer relevant då det är allt bruk av fossila bränslen som måste tryckas ned. Då det visar sig att andelen solenergi och andelen elbilar som rullar på vägarna ligger i samma härad kring någon enstaka procent kan de samsas i samma diagram.



Figur 1: Andel solenergi respektive andel elbilar – linjär skala.

Två kurvor som drar iväg uppåt med allt brantare lutning, men där det är svårt att värdera vart de kommer att ta vägen. Inte heller nästa diagram, med identiska data, utgör något facit inför framtiden men med en logaritmisk skala på y-axeln är det mer informativt.



Figur 2: Andel solenergi respektive andel elbilar – logaritmisk skala.

Med log-skala kan man omedelbart se att det sedan år 2000 skett både 10- och 100-faldiga ökning, och minst lika viktigt – det är enkelt att bedöma tempot då lutningen på kurvan är ett direkt mått på den årliga ökningstakten. Solenergins rekordår inföll kring år 2010 då takten var 60 procent per år och vid elbilens intåg fördubblades antalet på mindre än ett år.

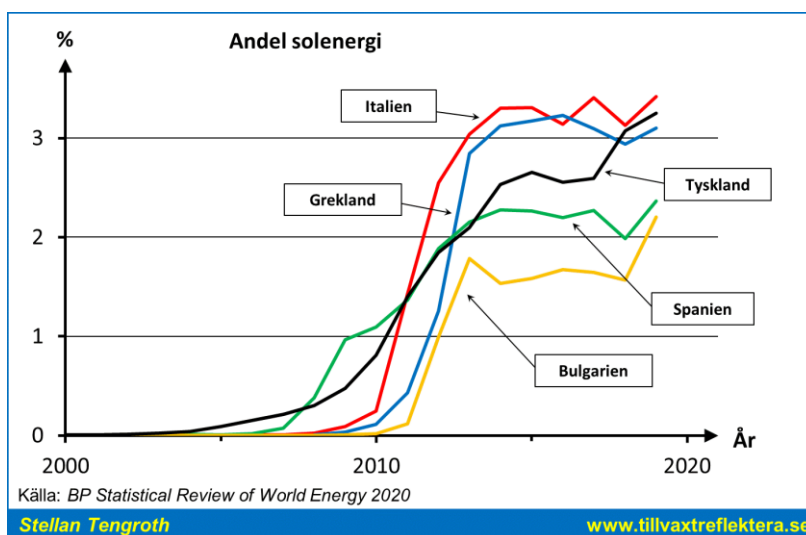
Om dagens tempo med en 25- respektive 50-procentig årlig tillväxttakt vore långsiktigt möjlig (de streckade linjerna), då skulle solenergin om tio år kunnat stå med en tiondel av all förbrukad energi och den sista fossila bilen skulle ha skrotats innan år 2035. Detta är i grund och botten den enkla metoden att förutsäga framtiden som jag möter i bland annat "the Exponential Roadmap". Men, då problemen är alldeles för viktiga för att släppa så lätt tänker jag gräva något lite djupare ...

Figurerna så här långt visar vad som hänt på en aggregerad global nivå, men döljer olikheter länder emellan. Jag tänker därför vända blicken mot utvecklingen i de tio länder som år 2019 hade den

högsta andelen sol i sin energimix, något som råkar falla isär i två jämnstora grupper där den första består av fem EU-länder.

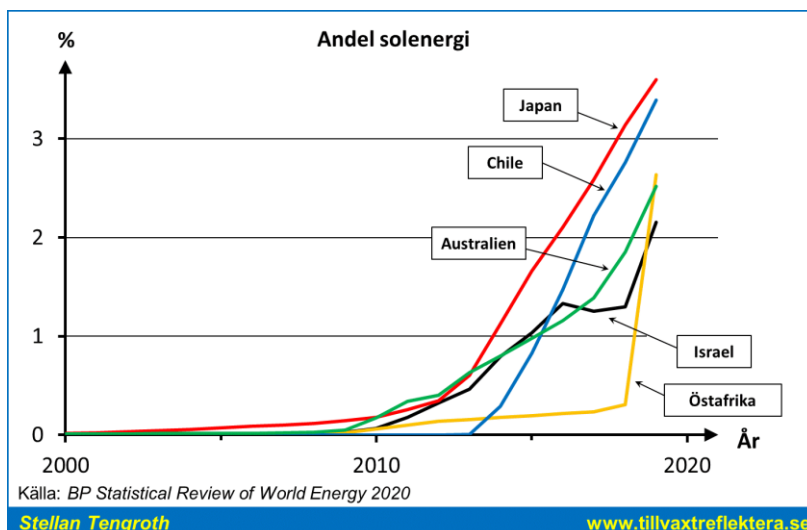
Med Tysklands "Energiewende" som troligt draglok såg man kring år 2010 en snabb utbyggnad, men sedan händer inte mycket. Det verkade svårt att nämnvärt komma över en andel om 3 procent av det totala energibehovet. Om det hade varit en sanning att solenergin har så låga kostnader att den – utan subventioner – konkurrerar ut den fossila energin, varför har då inte länder som Grekland och Italien betydligt mer av denna flödande energi? Många soltimmar, ett stort fossilberoende och usla statsfinanser borde vara tre tungt vägande skäl. De fallande kostnaderna för solceller tycks alltså inte duga som förklaringsmodell ...

Vad som ligger nära till hands är att det med mycket sol i elmixen blir svårare och dyrare att parera det faktum att solskenet inte låter sig styras. En annan orsak skulle kunna vara att de lågt hängande frukterna är plockade med taken i de bästa sydlägena. Hur som helst, det ser ut som den positiva återkopplingen har mött motstånd från några av sina negativa, bromsande kusiner.



Figur 3: Andel solenergi – fem europeiska länder bland top-10.

De övriga fem länderna (regionen) är en brokig skara och där utbyggnaden ibland har gått ryckvis. Att de alla ligger på latituder närmre ekvatorn än de sydeuropeiska länderna kan vara en förklaring till att ingen av dem ännu tycks ha nått en platåfas. Troligen finns det en nivå där det också för dessa länder kommer att ta emot, men det är mycket möjligt att den ligger väl över de europeiska ländernas magiska tre procenten.



Figur 4: Andel solenergi – fem länder bland top-10.

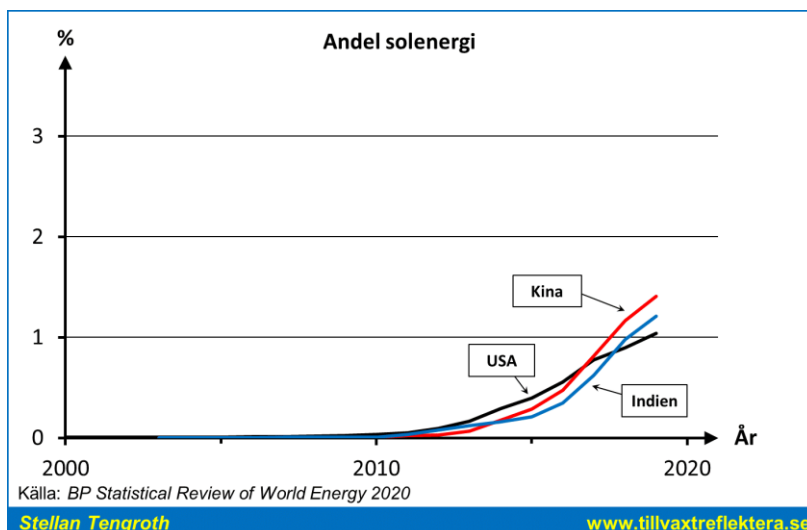
Japan och Chile tillhör alltså länderna som idag har en hög andel solenergi och som fortfarande expanderar, men att den globala kurvan har fortsatt uppåt efter att bland annat Tyskland tappade farten för tio år sedan kan man inte tacka någon av dessa för.

Idag är det Kina och USA som har tagit över ledartröjan och står för det allra mesta av den nybyggda solenergin i världen. I båda länderna ligger andelen solenergi på runt 1 procent och om man ska tro på liknande förstärkande och bromsande krafter som i Europa borde deras expansion kunna fortsätta några år till. Att den globala trenden har drivits av denna växeldragning länder emellan kan i förstone verka hoppningivande men är i själva verket dåliga nyheter.

Visserligen kan idag en måttlig procentuell ökning i Kina översättas till ett försvarligt antal terawattimmar som direkt återspeglas i en betydande expansion på global nivå. Men den andra sidan av myntet visar att den oavbrutna 20-åriga ökningen i ett första skede drevs av den stora ekonomin Tyskland. När de inte förmådde mer kunde den globala takten likväl hållas uppe då de lämnade över stafettpippen till en gigantisk ekonomi som vid den tiden hade en mycket låg andel solenergi. Den obekväma sanningen är att Kina inte kan göra om samma manöver.

Att de fem EU-länderna inte har lyckats ta sig nämnvärt över 3-procentsribban är i sig inget bevis för att detta skulle vara omöjligt, på samma sätt som Japans hoppfulla väg mot en hög penetration sol inte är en säker indikation på att andra kan följa i deras fotspår. Kina som ibland framhålls som ett föregångsland har i kraft av sin storlek ett imponerande antal solpaneler och mycket elektricitet från solen. Men med en andel av energimixen på en enstaka procent ger det ingen vägledning för oss andra.

Nästa diagram visar, med samma avstånd mellan skalstrecken som i figurerna 3 och 4, tre stora ekonomier och deras än så länge blygsamma andel solenergi.



Figur 5: Andel solenergi – Kina, USA och Indien.

Batteridrivna bilar är inget nytt, de fanns redan i början av det förra seklet, men det var först för ungefär tio år sedan som den moderna varianten på allvar slog igenom. Som figur 1 och 2 visar har sedan dess utvecklingen varit dramatisk och idag talas det i flera länder om att inom 10-20 år förbjuda all försäljning av bensin- och dieslbilar. Man kan få intrycket att den elektriska mobiliteten har en självklar och ohotad framtid ...

Men även om det idag rullar ungefär fem miljoner elbilar på vägarna (plus lika många laddbara hybrider) finns det skäl att påminna sig om att det finns cirka en miljard personbilar i världen, eller annorlunda uttryckt: på varje elbil går det fortfarande 200 fossildrivna.

Än så länge har vi av allt att döma haft en tillväxt för elbilar driven av förstärkande återkopplingar, något som mycket väl kan fortsätta ytterligare en tid. All erfarenhet säger däremot att vi förr eller senare kommer att möta balanserande återkopplingar. Det finns flera tänkbara sådana, och jag nöjer mig med att diskutera en av dem.

Ett uppenbart problem med elbilar och deras batterier är behovet av metaller och andra råvaror. Redan idag, med en försumbar andel elbilar, är det en farhåga som ständigt återkommer, senast i en [rapport från EU-kommissionen](#) där man listar 30 råvaror som bedöms som kritiska, inte bara för batteridrivna bilar, utan också för bland annat solceller och vindkraftverk.

Standardsvaret på frågan om risken för råvarubrist är att återvinningen kommer att öka och att en knapphet på jungfruliga råvaror skapar lönsamhet för tekniker som idag bara existerar i labbmiljö (positiv återkoppling och exponentiell tillväxt ska hjälpa till).

För traditionella blybatterier fungerar, med ett relativt högt blypris och en mogen industriell process, återvinningen bra. För moderna litiumjonbatterier existerar inte motsvarande teknik, och även om den skulle vara på plats återstår ett grundläggande hinder. Blyet till dagens batterifabriker kommer från batterier som såldes som nya för kanske tio år sedan, och samma sak måste gälla för återvinningen av litium och kobolt. Men med den snabba exponentiella tillväxt som är ett absolut villkor om man inom några årtionden ska kunna fasa ut bensin- och dieslbilarna kommer antalet batterier som tillverkades för tio år sedan alltid vara en bråkdel av den dagens behov.

Detta är en fundamental motsättning som inte kan lösas med vare sig teknisk utveckling eller en aldrig så omsorgsfull insamling av uttjänta batterier, och för att göra ont värre: en god kvalitet och lång livslängd hos batterierna skulle göra saken än värre.

---

De blygsamma siffrorna över det globala antalet elbilar är inget som känns igen på hemmaplan där jag dagligen ser bilar med Teslas emblem i fronten. Mycket riktigt visar färsk siffror för första kvartalet 2020 att en av fyra sålda bilar var laddbar, något som bara överträffades av Norge och Island.

Norge har länge varit världs bäst på elbilar och deras expansion av elbilsförsäljningen har med all säkerhet haft draghjälp av flera positiva återkopplingar. Både ekonomiska, sociala och psykologiska sådana, där fler elbilar har gjort det lönsamt att investera i laddinfrastruktur, och där de tidiga elbilarnas tontstämpel och dåliga prestanda har ersatts av statusen och den långa räckvidden hos en modern elbil. Men, kanske allra viktigast: de väl tilltagna statliga subventionerna till alla som köper och kör en bil som saknar avgasrör.

Ekonomiska styrmedel, antingen det är gratis parkering i Oslo, bonus-malus i Sverige eller en höjd bensinskatt är bevisat verksamma och även om de kan trigga positiva loopar, kvalar de inte själva in i klassen av förstärkande återkopplingar. Nej, både morötter och piskor har istället karaktären av balanserande och bromsande återkopplingar. Ju större effekt de får (fler elbilar eller färre körda mil med bensinbilar), desto större hål orsakar de i statskassan och då man närmar sig det uppsatta målet är tendensen snarast att de anses överflödiga. Tecken på detta finns redan idag i Norge där elbilarna inte längre är undantagna från alla bompengar och där den fria parkeringen ligger i farozonen.

---

Självfallet behöver det inte var något fel på vare sig ny teknik eller ekonomiska styrmedel, det som kan leda riktigt fel är när man utifrån observationen av en snabb exponentiell ökning på mycket låga nivåer (här c:a 1 %) drar slutsatsen att samma trend skulle kunna fortsätta till dess förnybar energi eller annan hållbar teknik intar en dominerande ställning. Utan en ordentlig analys av både positiva och negativa återkopplingar riskerar det att invagga oss i en falsk trygghet.

Att ersätta en löst grundad teknikoptimism med en större dos av teknikrealism må vara trist, men kan i längden bara vara av godo. När illusionen om elbilens ljusa framtid grumlas kan det förhoppningsvis leda till ett konstruktivt ifrågasättande av massbilismen som sådan. När insikten växer om det osannolika i att det förnybara skulle kunna ersätta den fossila energin, då borde slutsatsen vara att vi måste förbruka mindre. Och så vidare ...

**//Stellan Tengroth**

---

**Några länkar och ett P.S.:**

- Ett föredrag av Simon Michaux om råvarubehovet i en elektrifierad framtid.  
[https://youtu.be/n\\_gvj56rzw](https://youtu.be/n_gvj56rzw)
- IEA:s Global EV Outlook 2020, med siffror på den global flottan av laddbara bilar  
<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>
- MacKinsey & Company. Statistik över försäljning av laddbara bilar (elbilar + laddhybrider). Intressanta skillnader mellan olika marknader och om relationen mellan de ledande elbilsländerna.  
<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/mckinsey-electric-vehicle-index-europe-cushions-a-global-plunge-in-ev-sales>
- En artikel om minskade elbilssubventioner i Norge:  
<https://teknikensvarld.se/nyheter/bil-och-trafik/elbil-laddhybrid/ras-for-elbilar-i-norge/>

**P.S.**

Av texten ovan kan man få intrycket att elbilar skulle vara ett skarpt vapen i kampen för en hållbar framtid, något som det finns starka skäl att ifrågasätta:

I ett livscykelperspektiv (m.h.t. elproduktion och utsläpp vid bil- och batteritillverkning) tyder det mesta på att CO<sub>2</sub>-utsläppen blir klart lägre än för traditionella bilar. Bra, men troligen inte tillräckligt bra då utsläppen måste ned väldigt mycket och det snabbt. För luftkvaliteten är det en väsentlig fördel att bli kvitt kväveoxider och sot, men partiklarna som rivs upp från vägbanan minskar inte. Bullret från långsamtgående fordon (t.ex. sopbilar och stadsbussar) minskar, men behovet av ytor för trafikleder och p-platser påverkas inte. Och med tanke på trafiksäkerheten kan det aldrig vara en fördel att tvingas släpa på ett halvt ton batterier.

Som jag snuddade vid ovan, råvarubehovet är en akilleshäla, där man under överskådlig tid riskerar att vara beroende av auktoritära och korrupta regimer.

**D.S.**